

# Cómo cuantificar el riesgo antes de que ocurran los desastres: información sobre peligros potenciales para la evaluación probabilista de riesgos



por Manuela di Mauro, Sección de conocimiento del riesgo, Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR)<sup>1</sup>

El riesgo es un concepto orientado al futuro que implica la posibilidad de que ocurra algo. Por tanto, la evaluación del riesgo requiere considerar los sucesos que pueden ocurrir, estimar la probabilidad de que sucedan y sopesar las posibles consecuencias en caso de que ocurran.

La evaluación del riesgo basada exclusivamente en sucesos pasados no proporciona una información completa sobre el estado actual del riesgo por diversas razones:

- los registros de sucesos pasados cubren una cantidad limitada de tiempo y por ello es posible que no incluyan riesgos potenciales infrecuentes pero intensos que pueden no haber ocurrido durante el tiempo abarcado por los registros;
- los sucesos observados no reflejan toda la distribución de sucesos posibles en el futuro; de hecho no existen dos sucesos exactamente iguales, por tanto si se basa la evaluación del riesgo tan solo en sucesos pasados puede que no se estén considerando sucesos futuros de mayor magnitud, o duración diferente, en otros puntos, etc.; y
- los registros de sucesos pasados generalmente no proporcionan información completa temporal y espacial acerca del suceso y sus consecuencias detalladas, especialmente relacionadas con la intensidad local del peligro potencial.

Es importante usar un enfoque que basándose en los registros pasados tenga también en cuenta los sucesos que pueden ocurrir en el futuro aunque no hayan sido recogidos en los catálogos o guardados en las bases de datos de pérdidas. Este enfoque permite cubrir mejor los sucesos así como mejorar la estimación de la probabilidad de ocurrencia de cada suceso y de sus pérdidas asociadas. Los responsables de tomar decisiones utilizan la evaluación probabilista de riesgos

para conocer qué sucesos y pérdidas pueden ocurrir así como su probabilidad y frecuencias de ocurrencia.

Aunque las aplicaciones concretas dependen fuertemente de la escala de la evaluación, la evaluación probabilista de riesgos se usa generalmente para:

- diseñar acciones para reducir el riesgo usando la información probabilista sobre la intensidad de los peligros potenciales así como la exposición y la vulnerabilidad a los mismos;
- financiar y presupuestar la reducción de riesgos de desastre; y
- realizar análisis de coste/beneficio para comparar el coste de acciones específicas frente a la reducción de pérdidas resultante de la ejecución de esas acciones.

## Riesgo potencial

En una evaluación probabilista de riesgos, el riesgo potencial suele representarse por medio del conjunto de todos los sucesos que podrían producirse generado estocásticamente, asociando cada uno a una frecuencia de ocurrencia. De esta forma el modelo puede representar la probabilidad de sucesos que todavía no han ocurrido en un lugar dado.

A partir de los sucesos peligrosos que se modelizan para el riesgo probabilista se puede formar la curva de riesgo potencial<sup>2</sup> que relaciona cada valor de intensidad con la probabilidad de que se exceda ese valor. Esta curva es necesaria para diseñar estrategias de reducción de riesgo locales para la construcción de infraestructuras resistentes (carreteras, puentes, ...), para la planificación del uso de la tierra (identificación de las zonas de bajo

<sup>1</sup> Manuela di Mauro estaba en UNISDR en el momento de redactar este artículo, pero dimitió de su cargo posteriormente.

<sup>2</sup> Esta curva puede tomar nombres diferentes dependiendo del riesgo y de la aplicación, por ejemplo curvas de frecuencia de "crecida" o de "caudal" (CEH, 1999; USGS, 1982), curvas de "superación de una intensidad dada", etc.

riesgo para el desarrollo), para la definición de códigos de construcción adecuados, etc. Sin embargo, estas aplicaciones requieren una descripción del riesgo con buena resolución espacial en función de la calidad de la información y de la escala del análisis. Por ejemplo, para el diseño de edificios resistentes a los terremotos no basta con la magnitud del posible terremoto en su epicentro, se necesita también describir la propagación de la onda sísmica y el temblor de tierra real que afectaría a la estructura. De forma análoga, para diseñar un puente no es suficiente con la curva de riesgo potencial que describe la precipitación probable en un punto determinado de la cuenca; es preciso hacer una estimación de cómo esa precipitación se convierte en escorrentía y luego en caudal fluvial que fluye por diferentes partes del dominio.



Edificios dañados después de un terremoto en la provincia de Sichuan (China), en 2008.

El diseño de tales actuaciones e infraestructuras requiere también del conocimiento de la intensidad del riesgo potencial que se debería usar como referencia. Por ejemplo, cuando se va a construir una infraestructura en un área propensa a inundaciones es preciso preguntarse: ¿qué anchura debería tener el puente?, ¿cuánto drenaje en la carretera se necesita?, ¿a qué distancia del río habría que situar la escuela? Como distintos sucesos conducen a diferentes niveles de crecida se necesita conocer el valor esperado de crecida en cada punto del dominio así como la probabilidad de que se supere este valor.

En otras palabras, el diseño de acciones para la reducción del riesgo así como de infraestructuras a prueba de riesgos requiere del conocimiento de la variación espacial del riesgo potencial, expresado como la probabilidad de que se exceda un cierto valor de la intensidad en cada punto, o en determinados puntos, del dominio. Dependiendo de la aplicación concreta la resolución precisa para esta información varía entre unos pocos centímetros hasta cientos de metros. Tal conocimiento solo se puede conseguir por medio de la modelización de la variabilidad espacial del riesgo potencial para un conjunto de sucesos producidos estocásticamente.

La curva de riesgo potencial en cada punto del dominio estudiado y modelizado se puede construir usando este conjunto de sucesos producidos estocásticamente y relacionando cada suceso con su probabilidad de ocurrencia. Como los sucesos se consideran independientes y mutuamente exclusivos la probabilidad resultante de exceder una intensidad  $a$  se puede calcular a partir de:

$$p(a) = \sum_{i=1}^N P(A > a | ei) \cdot f(ei)$$

Donde  $p(a)$  es la probabilidad de exceder una intensidad  $a$ ,  $P$  es la probabilidad de exceder una intensidad  $a$  supuesta la ocurrencia del suceso  $ei$ ,  $f(ei)$  es la frecuencia anual de ocurrencia del suceso  $ei$ , y  $N$  es el número total de sucesos  $e$ . Esta ecuación implica que para cada suceso la intensidad en un punto se expresa como una distribución de probabilidad. De esta forma la incertidumbre en la estimación de cada suceso  $ei$  se integra en la curva de riesgo potencial. Si solo se dispone de una intensidad para el suceso  $ei$ , esto es  $P(A > a | ei) = 1$ , y solo un suceso excede la intensidad  $a$  entre todos los modelados, entonces  $p(a)$  es igual a la frecuencia anual de ocurrencia del suceso.

Al inverso de la frecuencia anual de los sucesos se le conoce como "periodo de retorno". El periodo de retorno se debería entender como el inverso de la frecuencia anual de ocurrencia y no como un intervalo de recurrencia. Por ejemplo, un periodo de retorno de 1 en 250 años no corresponde a un suceso que ocurrirá exactamente cada 250 años, sino a un suceso que tiene una probabilidad de ocurrir de 0,4% en un año dado cualquiera.

Sin embargo, no es suficiente únicamente con la evaluación del riesgo posible para valorar el riesgo y diseñar acciones tendentes a reducirlo. Además, hay que tener en cuenta que tales acciones, incluido el diseño de estructuras que resistan amenazas o la regulación del uso de la tierra, pueden ser costosas. Para valorar los beneficios directos de la reducción de riesgos, por ejemplo en términos de rendimiento de inversiones, es fundamental la cuantificación de las pérdidas probables resultantes si no se actúa o si las estructuras están infradimensionadas, y comparar estas pérdidas con aquellas que resultarían en caso de implementar las acciones. Para ello es preciso acompañar la evaluación probabilista del riesgo potencial con una evaluación integral del riesgo que incluya el impacto del riesgo potencial sobre los elementos expuestos.

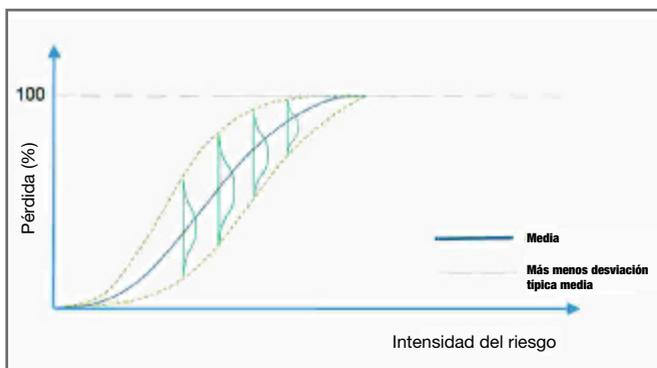
## Exposición y vulnerabilidad

Para valorar el impacto del riesgo potencial el primer paso es analizar y reconstruir el entorno que puede resultar afectado. En general los datos sobre exposición identifican los diferentes tipos de entidades físicas que están sobre el terreno, incluyendo los bienes edificados, la infraestructura, el terreno agrícola y las personas. Las características que se deben valorar dependen de

la perspectiva del análisis. Si se valora el riesgo en términos de las pérdidas en el terreno edificado entonces se precisa de las características de construcción y de los tipos de estructura. Si la valoración del riesgo incluye daños a terreno agrícola entonces hay que considerar los tipos de cultivo y su estacionalidad. Para un análisis de riesgo de mortalidad son necesarias las características demográficas y socioeconómicas de la población.

Los datos de exposición deberían contener la localización física del activo y las características del mismo que influyen en su vulnerabilidad y que permiten una valoración de daños o pérdidas. Por lo general estas características incluyen:

- localización geográfica de cada elemento expuesto,
- características estructurales,
- costo de sustitución,
- ocupación humana/densidad de población/número de personas en cada lugar, y
- características socioeconómicas de la población en cada lugar.



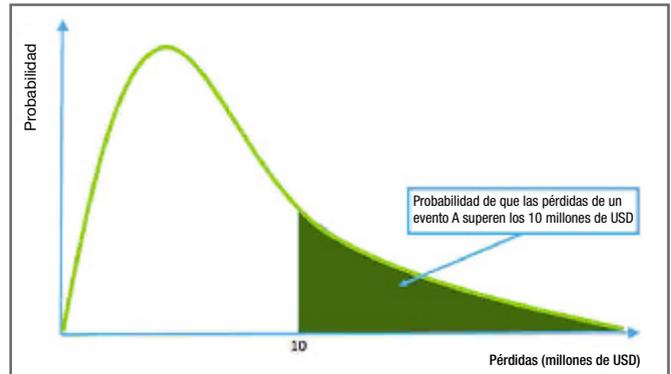
Ejemplo de curva de superación de pérdidas.

Los elementos expuestos al riesgo se clasifican habitualmente según sus tipologías, por ejemplo, por taxonomía de la construcción, por grupo de edad, etc. Esta clasificación es importante para asignar la vulnerabilidad a cada elemento expuesto.

Una vez definidas las características físicas de cada elemento expuesto se puede establecer y asignar el daño probable, y posteriormente las pérdidas en ese elemento resultantes de un peligro determinado. Esto se hace definiendo relaciones entre un parámetro medible del riesgo potencial –altura alcanzada por el agua en el caso de inundación o aceleración espectral en el caso de terremotos– y el daño probable para cada elemento particular o tipo de elementos. El daño puede expresarse como un porcentaje o en función del costo de sustitución. El nombre dado a estas relaciones entre riesgo y pérdida varía según el campo. En ingeniería sísmica se denominan frecuentemente “funciones de vulnerabilidad”; en el contexto de ingeniería de presas y de crecidas son a

menudo denominadas “curvas de fragilidad”; y en otras publicaciones, “funciones de daño”.

Se define una función de vulnerabilidad para cada peligro potencial y cada tipo de elemento. En el caso de análisis muy detallados y para elementos expuestos no pertenecientes a una categoría general como una presa se puede elaborar una curva de vulnerabilidad a medida. Cada punto de la curva relaciona una característica del riesgo como la intensidad con la pérdida probable en términos de su media y varianza que representan la distribución de probabilidad de las pérdidas resultantes de un suceso de esa intensidad.



Distribución de probabilidad de las pérdidas para un suceso peligroso.

## Riesgo

Tras haber definido la exposición y las vulnerabilidades de los elementos expuestos se pueden calcular las pérdidas relacionadas con cada uno de los sucesos posibles. A cada punto del dominio se le puede asociar una distribución de probabilidad para la intensidad del riesgo para determinados periodos de retorno. Como cada punto de la curva de vulnerabilidad es una distribución de probabilidad, se calcula una distribución de probabilidad distinta para cada punto del dominio y para cada elemento expuesto.

Por tanto, para cada punto del espacio, cada suceso modelado y cada elemento expuesto (o clase de elementos) se obtiene una distribución de probabilidad de pérdidas. Para cada valor de pérdidas  $X$  el área debajo de la curva de probabilidad representa la probabilidad de exceder este valor  $P(x > X)$ .

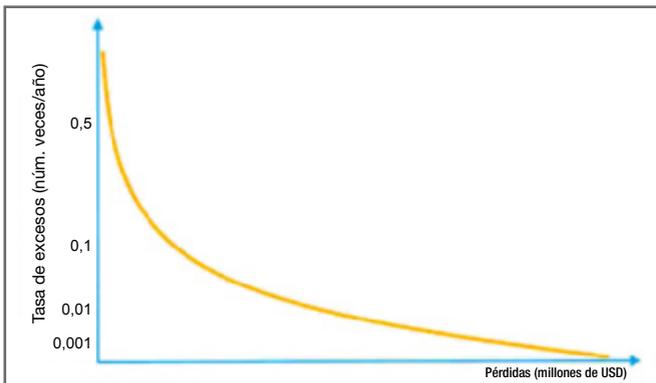
La combinación de estas distribuciones para todas las clases de edificación y los puntos de la base de datos de exposición produce la distribución de probabilidad de pérdidas en el país. Esta distribución se denomina “curva de superación de pérdidas”. Esta curva suele constituir el producto fundamental de una evaluación probabilista de riesgos completa.

Cada punto de la curva no está asociado con un suceso determinado sino que más bien representa la probabilidad absoluta de que haya una pérdida igual o mayor que  $X$  en un año dado (“tasa de excesos”). De forma similar

a la curva de riesgo, como cada suceso se considera independiente y mutuamente exclusivo, la probabilidad resultante de exceder una pérdida  $x$  (que es un punto de la curva de superación) se puede calcular por:

$$r(x) = \sum_{i=1}^N R(X > x | ei) \cdot f(ei)$$

Donde:  $r(x)$  es la probabilidad de exceder una pérdida  $x$ ,  $R$  es la probabilidad de exceder una pérdida  $x$  dada la ocurrencia del suceso  $ei$ ,  $f(ei)$  es la frecuencia anual de ocurrencia del suceso  $ei$ , y  $N$  es el número total de sucesos  $e$ .



Ejemplo de curva de superación de pérdidas.

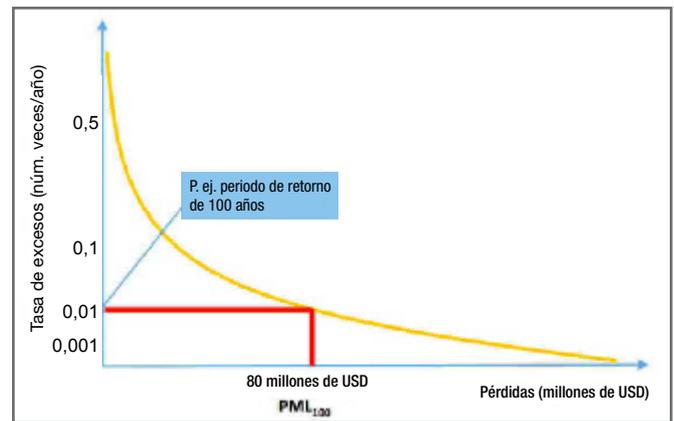
La integral de la curva de superación de pérdidas, o sea, el área por debajo de la curva, es la “pérdida media anual”, que representa las pérdidas esperadas en un año dado, promediadas sobre un periodo de tiempo largo. Por ejemplo, si las pérdidas están expresadas en función del valor económico del costo de reconstrucción de edificios urbanos, estos resultados dan una idea de las pérdidas que el país debe afrontar probablemente por término medio en un año.

Cada punto de la curva es lo que habitualmente se denomina “máxima pérdida probable”, esto es, la máxima pérdida que podría experimentarse en la ocurrencia de un desastre con un periodo de retorno particular.

Aunque la máxima pérdida probable no está relacionada con un suceso único esta métrica se puede usar como aproximación para evaluar las pérdidas que resultarían si se excediera el periodo de retorno. Por ello puede constituir un argumento sólido en términos de análisis de coste/beneficio para determinados periodos de retorno.

En general la máxima pérdida probable representa el periodo de retorno real de las pérdidas y por ello se utiliza para proporcionar información sobre cómo afrontar los diferentes niveles de riesgo. Los riesgos con una probabilidad de pérdidas alta a media se pueden afrontar mediante intervenciones tales como posibles medidas de gestión de riesgo correctivas, esto es, códigos y normas. Los riesgos con baja probabilidad de pérdidas altas se pueden afrontar por medio de mecanismos de transferencia de riesgo. Los riesgos con pérdidas muy altas y muy baja probabilidad de ocurrencia son riesgos “residuales” que los gestores pueden no ser capaces de transferir o afrontar. La decisión sobre en qué nivel

situar este “riesgo residual” puede ser económica pero también política, conduciendo a lo que a veces se denomina “riesgo aceptable”.



Ejemplo de máxima pérdida probable.

### Recomendaciones relativas a los datos de riesgo potencial para la evaluación probabilista de riesgos

Para diseñar una buena evaluación de riesgos, se necesita primero preguntar las cuestiones correctas, esto es, definir el alcance de la evaluación del riesgo. Esto conformará la decisión sobre la mejor resolución y escala del análisis. Estos factores dependen también del tiempo, de los recursos y del tipo y resolución de los datos disponibles para el análisis. La elección de los riesgos posibles a incluir en el análisis puede depender del contexto de la evaluación específica —las preguntas planteadas— pero también de los recursos disponibles. Si es este el caso, será necesario realizar una evaluación previa de los riesgos en el área para priorizar qué riesgos posibles se deben incluir en el análisis.

La elaboración de un análisis probabilista de riesgos requiere una cantidad considerable de datos sobre riesgos, exposición y vulnerabilidad. Generalmente la información sobre riesgos de las oficinas meteorológicas se utiliza como entrada para los modelos que se precisan para reconstruir la intensidad del riesgo, su variabilidad espacial y su probabilidad. Aunque los requisitos de datos dependen en gran medida del ámbito y de la escala del análisis se pueden hacer algunas recomendaciones generales:

1. Directrices y normas para la realización de evaluaciones probabilistas de amenazas potenciales y riesgos

La evaluación de riesgos es uno de los indicadores fundamentales de progreso según el Marco de Acción de Hyogo. Sin embargo, no existen directrices generales para valorar la calidad de las evaluaciones de los riesgos y peligros potenciales, ni tampoco para identificar sus requisitos mínimos. Sin esta información se pueden producir evaluaciones mediocres del riesgo de calidad o que aporten poca información. Estas directrices requerirían consultas amplias a varias instituciones.

2. Datos de referencia producidos, actualizados y puestos a disposición para la modelización de los riesgos potenciales

Estos datos básicos, tales como los topográficos, de cubierta del terreno o batimétricos deben ser producidos de una forma sistemática y actualizados, con diferentes resoluciones espaciales e información sobre su exactitud, así como ser puestos a disposición de la modelización de riesgos y peligros potenciales.

3. Series temporales de datos hidrometeorológicos reunidos y almacenados de forma sistemática, de acuerdo a formatos normalizados y con control de calidad

Se deberían reunir de forma sistemática y continua series temporales de datos hidrometeorológicos (como lluvia, caudales, rachas de viento, etc.) ya que tendrían que abarcar un periodo de tiempo suficiente para poder utilizarse en el análisis. Para este propósito las series temporales deben contener datos reunidos y medidos de forma coherente. Los diseñadores de modelos precisan de grupos de datos que cumplan de forma coherente con formatos y métodos.

Estos datos deberían reunirse de forma que proporcionen una cobertura espacial adecuada para que los diseñadores de modelos produzcan una descripción útil del riesgo potencial. Entre otros deben incluir parámetros tales como la magnitud, la fecha y la hora, el lugar y la duración de cada suceso peligroso o extremo.

4. Conjuntos de datos acompañados de información sobre su calidad, resolución e incertidumbre

Los datos de entrada para la modelización del riesgo deberían contener información sobre su calidad. En caso de que esta información falte o no se pueda estimar, es difícil evaluar la incertidumbre relacionada con los datos de entrada y, por ello, calcular la propagación de esta incertidumbre en la salida.

5. En el caso de inundación se deben realizar con posterioridad muestreos de la altura alcanzada por el agua y, posiblemente, de la velocidad en puntos diferentes de las áreas afectadas

Las curvas de vulnerabilidad se basan generalmente en experimentos de laboratorio y posteriormente se validan con datos reales. Los registros de altura y velocidad de las aguas en puntos diferentes dentro del área afectada son extremadamente importantes para la validación de los modelos de riesgo potencial, pero también para la estimación de curvas de vulnerabilidad cuando se emparejan con los daños/pérdidas en los mismos puntos y con las características físicas de los elementos dañados.

## Otras cuestiones

---

Otras cuestiones en relación con la vulnerabilidad y la exposición son:

1. Los datos de exposición se deberían reunir y actualizar de forma sistemática

Los datos georreferenciados demográficos y socioeconómicos (población, categorías de edad, niveles de ingreso, etc.) suelen obtenerse de los censos. Los censos de edificaciones con características estructurales de edificios e infraestructura son menos habituales. Los datos de exposición deberían incluir el emplazamiento georreferenciado de los edificios y la infraestructura, sus características estructurales, el costo de sustitución, u otras características relevantes para la reconstrucción como el uso de edificios. Estos datos son fundamentales para la cuantificación de las pérdidas y la priorización de las acciones. Dada la especial sensibilidad de tales datos suelen ser los gobiernos quienes los ponen a disposición de los modelizadores de riesgos.

2. Las curvas de vulnerabilidad tendrían que incluir los niveles de incertidumbre

Los resultados de los modelos son sensibles a las curvas de vulnerabilidad empleadas y sus incertidumbres. Estas curvas a menudo tienen un alto nivel de incertidumbre. Por ejemplo, pueden depender de las técnicas de construcción utilizadas en el análisis y, por tanto, también del área. Asimismo, las características estructurales de los elementos expuestos son difíciles de valorar ya que requieren información detallada sobre el diseño y códigos de edificación, las técnicas de construcción, etc., que pueden ser imprecisos, no disponibles o no evaluables. Por todo ello, el nivel de incertidumbre de las curvas de vulnerabilidad debería comunicarse de forma apropiada.

3. Se podrían crear foros para compartir y validar las funciones de vulnerabilidad

Con frecuencia no se dispone de datos de vulnerabilidad. Es importante que los especialistas compartan esas curvas y contribuyan conjuntamente a su mejora y validación. Un foro es un procedimiento para compartir la información y para mejorar el conocimiento básico.

4. Debería continuarse con la investigación sobre la estimación y validación de curvas de vulnerabilidad, especialmente vulnerabilidad humana

La caracterización de la vulnerabilidad humana es una cuestión abierta. Aunque se puede evaluar con más facilidad la vulnerabilidad física que contribuye al colapso de un edificio, otros factores tales como la contribución de las alertas tempranas a los niveles de vulnerabilidad humana de la población expuesta pueden ser más difíciles de estimar, aunque pueden afectar de forma decisiva a la mortalidad asociada con algunos peligros potenciales.



*Una casa solitaria permaneció en pie después de que el huracán Ike (2008) devastase Gilchrist y Galveston, en Texas. Aprendiendo de las lecciones del huracán Rita en 2005, la casa se construyó sobre terreno elevado y fue diseñada para resistir vientos de hasta 209 km/h.*

## Conclusión

Los datos históricos sobre riesgos potenciales son esenciales para la evaluación de los riesgos de pérdidas futuras. Con todo, para muchos peligros potenciales, estos datos no se han reunido de forma sistemática, se han catalogado con formatos diferentes, son inaccesibles o carecen de metadatos. El registro de la magnitud, el lugar, la duración y el momento en que ocurre cada suceso peligroso o extremo es un componente crucial del proceso de documentar y catalogar el daño y las pérdidas. Acumulados en el tiempo estos datos proporcionan una base para la calibración y la validación de los modelos de riesgo que se necesitan para la evaluación probabilista del riesgo *a priori*.

La reducción de riesgos de desastre ha ascendido a la máxima prioridad entre las cuestiones internacionales. La OMM y sus Miembros harían una contribución importante, tanto en el plano internacional como en términos de la reducción de pérdidas en el plano nacional, otorgando a esta cuestión la importancia que merece.

## Referencias

- Cardona, O. D., M. G. Ordaz, L. E. Yamin, M. C. Marulanda y A. H. Barbat, 2008: Earthquake Loss Assessment for Integrated Disaster Risk Management, *Journal of Earthquake Engineering*, 12:1, 48-59.
- CEH, 1999: Flood Estimation Handbook, 5 volúmenes (incluye software). Institute of Hydrology, Wallingford.
- Dickson, E., J. Baker, D. Hoornweg y A. Tiwari, 2012: Urban Risk Assessment: understanding disasters and climate risk in cities. The World Bank.

Kumamoto, H. y E. J. Henley, 1996: Probabilistic Risk Assessment And Management For Engineers And Scientists, IEEE Press, ISBN 0-7803100-47.

Marulanda Fraume, M. C., 2013: Modelación probabilista de pérdidas económicas por sismo para la estimación de la vulnerabilidad fiscal del estado y la gestión financiera del riesgo soberano, tesis doctoral para la Universitat Politècnica de Catalunya, disponible en [www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/116424/TMMF1de1.pdf?sequence=1](http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/116424/TMMF1de1.pdf?sequence=1)

Manuele, F. A., 2010: Acceptable Risk, *Professional Safety*, v. 55, 5, 30-38.

Prahl, B. F., D. Rybski, J. P. Kropp, O. Burgho y H. Held, 2012: Applying stochastic small-scale damage functions to German winter storms, *Geophysical Research Letters*, 39.

Rossetto, T. y A. Elnashai, 2003: Derivation of vulnerability functions for European-type RC structures based on observational data, *Engineering Structures*, 25, 1241-1263.

Vorogushyn, S., B. Merz y H. Apel, 2009: Development of dike fragility curves for piping and micro-instability breach mechanism, *Natural Hazards and Earth System Science*, 9, 1383-1401.

Nasim Uddin, Alfredo H. S. Ang. (eds.), 2012: Quantitative risk assessment (QRA) for natural hazards, American Society of Civil Engineers, CDRM Monograph no. 5.

Yamin, L. E., F. Guesquiere, O. D. Cardona y M. G. Ordaz, 2013: Modelación probabilista para la gestión del riesgo de desastre: el caso de Bogotá, Colombia. Banco Mundial, Universidad de los Andes.

UNISDR (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres), 2009: Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres, Ginebra (Suiza). [http://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologySpanish.pdf](http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf)

UNISDR (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres), 2011: Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction: Revealing Risk, Redefining Development. Ginebra (Suiza): UNISDR. [www.preventionweb.net/gar](http://www.preventionweb.net/gar)

USGS, 1982: Guidelines for determining flood flow frequency, Bulletin 17B of the Hydrology Subcommittee, Interagency Advisory Committee on Water Data.